

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерного педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и  
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н.Гузанов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

### **Разработка технологии сборки и сварки лонжерона**

Исполнитель:  
студент группы ЗСМ-503

И.Г Буренко

Руководитель:  
доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:  
доц., канд. техн. наук

Д.Х. Билалов

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИ СБОРКИ И СВАРКИ ЛОНЖЕРОНА**

Выпускная квалификационная работа

направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиль Машиностроение и материалобработка  
профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном  
производстве

идентификационный номер ВКР:605

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 58 листов машинописного текста, 19 таблицы, 8 рисунков, 20 использованных источников литературы, 1 приложение.

Ключевые слова: ЛОНЖЕРОН, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, СТАЛЬ 14ХГС, СВАРОЧНАЯ ПРОВОЛКА Св-10ХГ2СА, УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

В дипломном проекте разработана технология производства изделия «Лонжерон», с использованием автоматической сварки в среде защитных газов.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономического эффекта от внедрения новой технологии.

В методической части разработана программа повышения квалификации рабочих по специальности «Оператор автоматической сварки плавлением»

Инв. № подл.	Подпись и дата		Инв. № дубл.		Взамен. инв. №		Подпись и дата					
Инв. № подл.						ДП 44.03.04.605 ПЗ						
	Изм Лист № документа											
	Раз-	Буренко			Разработка технологии сборки и сварки изделия «Лонжерон»							
	Про	Федулова										
Н. Конт.	Билалов											
Утв	Гвзанов					Лит		Лист		Листов		
								2				
							ФГАУО ВО РГППУ ИИПО Каф. ИММ гр ЗСМ-503					

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист №	№ документа	Подпись

ДП 44.03.04.605. ПЗ			
---------------------	--	--	--

Лист
3

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Инженерный раздел.....	8
1.1 Характеристика изделия.....	8
1.2 Выбор материала.....	9
1.3 Характеристика свариваемости материала.....	10
1.4 Выбор способа сварки.....	12
1.5 Выбор сварочных материалов.....	15
1.6 Расчет режимов сварки.....	18
1.7 Выбор оборудования для сварки.....	25
1.8 Контроль качества сварного шва.....	30
1.9 Описание технологии сварки.....	32
2 Техничко-экономическое обоснование проекта.....	34
2.1 Расчет трудоемкости.....	34
2.2 Определение числа рабочих.....	33
2.3 Выбор системы оплаты труда.....	35
2.4 Расчет капитальных вложений.....	37
2.5 Расчет технологической себестоимости.....	38
2.6 Расчет условно-годовой экономии.....	40
3 Методический раздел.....	43
3.1 Сравнительный анализ профессиональных стандартов .....	43
3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».....	49
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология».....	51
3.4 Разработка плана – конспекта.....	51
Заключение.....	55
Список использованных источников.....	56

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.605. ПЗ				Лист 5	
Изм	Лист №	документа	Подпись							

## ВВЕДЕНИЕ

Современный этап научно-технического прогресса предъявляет все более высокие эксплуатационные требования к агрегатам и узлам. При их производстве сварка занимает одно из ведущих мест в технологическом процессе. Повышение качества и производительности при изготовлении сварных конструкций можно достичь как путем совершенствования и разработки новых технологических процессов дуговой сварки, так и в результате роста уровня механизации и автоматизации сварочных работ. Важнейшая роль в этом принадлежит разработке и освоению в производстве оборудования, отвечающего современным требованиям.

Основываясь на сложной технической ситуации, разработанный технологический процесс сварки должен не только обеспечить получение надежного сварочного соединения, отвечающего всем эксплуатационным требованиям, но и допускать максимальную степень комплексной механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления изделия, а также быть наиболее экономически выгодным по расходу энергии, сварочных материалов, затрат человеческого труда.

Большие перспективы в развитии сварочного производства открывает автоматизация и механизация процессов сборки сварки.

Прогресс сварочного производства возможен лишь в том случае, если будет решен весь комплекс задач по автоматизации основных заготовительных, транспортных, сварочных других операций.

При внедрении на сварочном участке автоматического и механического оборудования, удобных для рабочих приспособлений, увеличивается производительность труда, качество продукции, произойдет сокращение обслуживающего персонала.

Технико-экономическое обслуживание нового оборудования производится на основе качественного анализа сравнительной экономичности варианта. Для

еще более успешного развития сварочного производства необходимо ускорить создание современных систем автоматического управления сварочным оборудованием.

Современное машиностроение, особенно его специальные отрасли, предъявляют высокие требования к исследуемым материалам и сплавам. Наряду с высокой прочностью и пластичностью, коррозионной стойкостью в агрессивных средах сплавы должны обладать хорошей свариваемостью, т.к в каждой отрасли машиностроения сварка стала одним из ведущих технологических процессов.

Разрабатываемая в данном проекте новая технология для сварки и сборки лонжерона должны обеспечивать не только получение надежных сварных соединений, отвечающих всем требованиям, но и допускать максимальную степень механизации и автоматизации всего производственного процесса изготовления сварных конструкций.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления сварной конструкции.

Предметом разработки является изделие Лонжерон.

Целью работы является разработка технологического процесса сборки и сварки изделия «Лонжерон».

Задачами проекта являются:

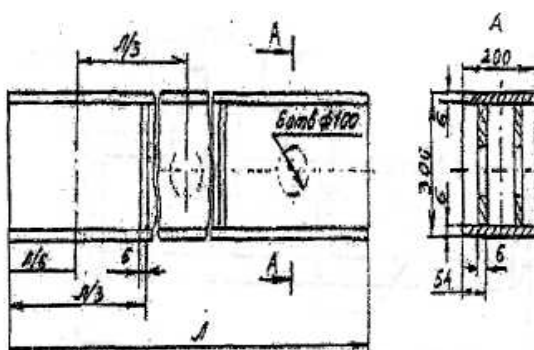
- выбор сварочного материала изделия,
- определение свариваемости материала,
- выбор сварочного оборудования и сварочных материалов,
- расчет режимов сварки,
- экономическое обоснование проекта,
- разработка программы переподготовки сварщика частично механизированной сварки плавлением на оператора автоматической сварки плавлением.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					Лист
Изм	Лист №	документа	Подпись		ДП 44.03.04.605. ПЗ				7

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изделие – Лонжерон относится к первой группе конструкций, которые представляют собой сварные конструкции, либо их элементы, работающие в условиях изгиба изделия или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок – регламентировано СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции: Нормы проектирования». Изделие предназначено для крепления на нем различных изделий, укрепления конструкций. Данное изделие работает в закрытом помещении при температуре 23-25 градусов.

Для изготовления лонжерона принимаем сталь 14ХГС (по ГОСТ 5058-60). Данный вид стали относится к низколегированным сталям. Вид проката – листовой. Лонжерон состоит из двух боковых листов с отверстиями, двух верхних листов и четырех ребер.



### Рисунок 1- Изделие Лонжерон



## 1.2 Выбор материала

Выбор конструкционных материалов для изготовления изделий связан с условием эксплуатации. При конструировании приходится учитывать большое число факторов, влияющих на долговечность и надежность конструкции.

Помимо обычных требований к материалам (достаточная прочность, пластичность, вязкость, свариваемость, стабильность свойств во времени).

Выбор материала осложняется еще и тем обстоятельством, что сварные соединения нередко отличаются пониженной коррозионной стойкостью по сравнению с основным металлом, а это ставит дополнительные условия при выборе материала и технологического процесса изготовления оборудования.

Эта сталь низколегированная, низкоуглеродистая, данная сталь широко используется в машиностроении, судостроении и промышленном строительстве относится к низкоуглеродистым низколегированным сталям. Химический состав стали 14ХГС и ее механические и технологические свойства представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Химический состав стали 14ХГС, в % [21]

C	Si	Mn	Cr	Не более	
				P	S
0,13-0,15	0,4-0,7	0,9-1,3	0,5-0,8	0,04	0,04

Таблица 2 – Механические свойства стали 14ХГС, в % [21]

ст, МПа	св, МПа	δ, %	ψ, %
980	1180	7	-

Таблица 3 – Технологические свойства стали 14ХГСА

Флокеночувствительность	Свариваемость	Способы сварки	Склонность к отпускной хрупкости
не чувствительна	сварка с ограничениями	РДС, АДС (флюс+ защитный газ)	склонна

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Основным элементом, обуславливающим высокую коррозионную стойкость стали, является хром, обеспечивающий способность стали к пассивации.

### 1.3 Характеристика свариваемости

Свариваемость стали затрудняется ее легированием и разнообразием условий эксплуатации сварных конструкций (коррозионная стойкость, жаростойкость или жаропрочность). Общей сложностью сварки является предупреждение образования в шве и околошовной зоне кристаллизационных горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер, наблюдаемых в виде мельчайших микронадрывов и трещин.

Склонность стали к появлению холодных трещин рассчитаем по формуле

$$C_{\text{эКБ}} = C + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{20} + \frac{Mn}{6} = 0,14 + \frac{0.7}{5} + \frac{0.8}{24} + \frac{1}{20} = 0.36 \quad (1.1)$$

Т.к  $C_{\text{ЭКВ}}$  стали 14ХГС равно 0,36 следовательно сталь обладает ограниченной свариваемостью.

Температуру подогрева, °С, можно определить по формуле:

$$t = 350\sqrt{Co6 - 0,25}, \quad (1.2)$$

где  $C_{об}$  – общий углеродный эквивалент,

$$C_{06} = C_3 + 0,005 \times S \times C_3, \quad (1.3)$$

где  $S$  – толщина металла свариваемой детали, мм.

$$C_{06} = 0,36 + 0,005 \times 10 \times 0,36 = 0,378$$

$$t = 350 \sqrt{0,378 - 0,25} = 125^{\circ} \text{C}$$

Принимаем температуру подогрева в диапазоне от 100 до 150 градусов. Подогрев следует выполнять в печи. Контроль температуры в печи – по показаниям приборов.

Для оценки сопротивляемости металла сварных соединений образованию горячих трещин применим расчетный метод с использованием критерия Уилкинсона — Итамур, формула расчета которого применительно к низколегированным сварным: швам имеет вид.

$$HCS = C \frac{\left( S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Mn}{100} \right) 1000}{3Mn + Cr + Mo + V}, \quad (1.4)$$

где  $HCS$  – параметр, оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин.  $C, S, P$  химические элементы.

Если  $HCS > 4$ , то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам, т.е. в условиях жестких сварных соединений (например угловых и тавровых крестообразных) темп сварочной деформации может привести к образованию горячих трещин.

$$HSC = \frac{0,15 \left( 0,04 + 0,04 + \frac{0,7}{25} + \frac{0,7}{100} \right) 1000}{3 \times 1,3 + 0,8} = 5,1$$

Так как расчетное значение параметра  $HCS$  более 4, появление горячих трещин возможно.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>где HCS – параметр , оценивающий склонность сварных швов к образованию горячих трещин. С , S, Р химические элементы.</div> <div>Если <math>HCS &gt; 4</math>, то сварные швы потенциально склонны к горячим трещинам, т.е. в условиях жестких сварных соединений (например угловых и тавровых крестообразных) темп сварочной деформации может привести к образованию горячих трещин.</div> <div><math display="block">HSC = \frac{0,15 \left( 0,04 + 0,04 + \frac{0,7}{25} + \frac{0,7}{100} \right) 1000}{3 \times 1,3 + 0,8} = 5,1</math></div> <div>Так как расчетное значение параметра HCS более 4, появление горячих трещин возможно.</div>	
Изм	Лист № документа	Подпись			ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист 11

## 1.4 Выбор способа сварки

Сварка под флюсом несет определенные затраты связанные с производством, подготовкой, хранением вспомогательных материалов, в данном случае флюсов. Так же достаточно сложно установить дугу в правильном положении относительно краев соединяемых изделий.

В связи с тем, что при изготовлении лонжерона необходима сварка протяженных швов выбираем автоматическую сварку в среде защитных газов. Она имеет высокое качество швов, универсальность в плане обрабатываемых материалов и их толщины, независимость результата от пространственного положения, хороший визуальный контроль шва во время его образования, нет необходимости засыпать и убирать флюс, оперативность.

При сварке углеродистых и низколегированных сталей для защиты расплавленного электродного металла и металла сварочной ванны широко используют углекислый газ. В последние годы в качестве защитных газов находят применение смеси углекислого газа с кислородом (до 5%).

Добавки кислорода, увеличивают окисляющее действие газовой среды на расплавленный металл, позволяют уменьшить концентрацию легирующих элементов в металле шва. Это иногда необходимо при сварке низколегированных сталей. Кроме того, несколько уменьшается разбрызгивание расплавленного металла, повышается его жидкотекучесть. Кислород уменьшает его влияние на образование пор.

На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в швах могут образоваться поры. Сварка в углекислом газе менее чувствительна к отрицательному влиянию ржавчины. Увеличение напряжения дуги, повышая угар легирующих элементов, приводит к снижению механических свойств шва на рисунке 2 представлена сварка в среде защитных газов.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.605. ПЗ				Лист
									12
									Изм



Учитывая, что смесь газов на основе аргона, легче, чем углекислота, то при сварке необходимо соблюдать следующие условия:

- сварку вести по возможности «углом» вперед;
- вылет сварочной проволоки должен быть оптимальным в зависимости от диаметра проволоки;
- исключить подсос воздуха, как в соединениях шлангов, так и сопла с горелкой.

По сравнению с другими способами сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ:

- высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
- возможность сварки в различных пространственных положениях;
- возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при автоматической сварке;
- высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
- низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании азота и водорода, а также влаги в швах могут образоваться поры. Сварка в углекислом газе менее чувствительна к отрицательному влиянию ржавчины. При применении  $\text{CO}_2$  вследствие большого количества свободного кислорода в газовой фазе наблюдается повышенный угар легирующих элементов, что приводит к снижению механических свойств шва. Сварочный электрод должен содержать дополнительное количество легирующих элементов с большим сродством к кислороду, чаще всего Mn и Si (сверх того количества, которое требуется для легирования металла шва).

Углекислый газ. Поставляется по ГОСТ 8050-76. Для сварки используют сварочную углекислоту сортов I и II, которые отличаются лишь содержанием паров воды (соответственно 0,178 и 0,515 в 1 м<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$ ). Применяют иногда и пищевую углекислоту, имеющую в баллоне в виде примеси свободную воду, в связи с чем

Инв. № подл.	Подпись и дата				ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист 14
	Инв. № дубл.					
	Взамен. инв. №					
	Подпись и дата					
Изм	Лист №	документа	Подпись			

требуется особенно тщательное осушение газа. Углекислоту транспортируют и хранят в стальных баллонах или цистернах большой ёмкости в жидком состоянии с последующей газификацией.

Сварка в среде аргона дорогостоящая по сравнению с ( $\text{CO}_2$ ) и применяется в основном при малых толщинах. Поэтому выбираем автоматическую сварку плавящимся электродом в среде углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ). Но при этом у данного способа сварки есть особенность: должна применяться электродная проволока с повышенным содержанием элементов раскислителей, марганца и кремния, компенсирующие их выгорание в свариваемом металле. Недостаток этого способа большое разбрызгивание. Данные сварные швы выполняются по ГОСТУ 14771 – 76. Для прихватки приварки ребер принимаем ручную дуговую сварку.

## 1.5 Выбор сварочных материалов

Сварочная проволока.

Согласно ОСТ 24.050.34 – 84 для изготовления элементов сварных конструкций из низколегированной стали, предназначенных для эксплуатации в районах с умеренным климатом допускается:

Для автоматической и полуавтоматической сварки в смеси  $\text{Ar} + \text{CO}_2$  выбираем сварочную проволоку Св-10ХГ2СА, диаметром 1,2 обеспечивающую требуемую технологическую прочность (равнопрочность сварного шва и основного металла). Химический состав и проволоки приведены в таблице 4 .

Таблица 4 – Химический состав проволоки Св-10ХГ2СА, в % [23]

Марка про- волоки	C	Si	Mn	Ni,	S,	Cr,	Mo,	N
Св-08Г2С	0,07-0,12	0,6-0,9	1,7-2,1	0,3	0,025	0,8-1,1	0.4	0.018

=980-1380МПа

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					Лист
					ДП 44.03.04.605. ПЗ				15
Изм	Лист	№ документа	Подпись						

Проволока Св-10ХГ2СА изготавливается с омедненной поверхностью. По согласованию проволока поставляется намотанной на катушки или кассеты. Проволока в мотках ( катушках, кассетах) должна состоять из одного отрезка, свернутого не перепутанными рядами и плотно укатанными таким образом, чтобы исключить возможность распутывания или разматывания мотка. Концы проволоки должна быть легко находимы.

Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоения, закатов, раковин, окалины, ржавчины, масла. На поверхности проволоки допускаются риски, царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина пороков не должна превышать предельного отклонения по диаметру проволоки. Проволока должна быть принята техническим контролем предприятия-изготовителя. Каждая партия проволоки должна сопровождаться сертификатом, удостоверяющим соответствие проволоки требованиям ГОСТ 2246-70. Входному контролю на предприятии подвергают каждую партию и плавку сварочной проволоки с проверкой химического состава и механических свойств на соответствие требованиям ГОСТ 2246-70.

#### Защитный газ

При сварке в качестве защитной среды используется смесь газов 88% Ar+12 %CO<sub>2</sub>. Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется ГОСТ 10157 – 79. По физико-химическим показателям газообразный аргон должен соответствовать нормам, указанным в таблице 5.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
					ДП 44.03.04.605. ПЗ				Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись						16



Таблица 5 – Свойства аргона

Наименование показателя	Норма для сорта	
	Высший	первый
Объемная доля аргона, %, не менее	99,992	99,987
Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не более	0,006	0,01
Массовая концентрация водяного пара при 20°С и давлении 101,3 кПа, г/м <sup>3</sup> , не более	0,007	0,01
Объемная доля суммы углеродосодержащих соединений в пересчете на СО <sub>2</sub> , %, не более	0,0005	0,001

Аргон не токсичен и не взрывоопасен. Газообразный аргон тяжелее воздуха и может накапливаться в слабопрветриваемых помещениях, у пола и в приямках, а также во внутренних объемах оборудования, предназначенного для получения, хранения и транспортирования аргона. При этом снижается содержание кислорода в воздухе, что вызывает кислородную недостаточность и удушье.

Аргон хранится и транспортируется в стальных стандартных баллонах в газообразном состоянии под давлением  $15 \pm 0,5$  МПа.

Давление газов в баллоне измеряют манометром по ГОСТ 8625 – 77. Баллоны, наполненные аргоном, хранят в специальных складских помещениях или на открытых площадках под навесом, защищающим баллоны от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей.

Вторым компонентом газовой смеси является СО<sub>2</sub>. Углекислый газ представляет собой бесцветный газ с едва ощутимым запахом. Углекислый газ, предназначенный для сварки, должен соответствовать нормам, указанным в таблице 7.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.605. ПЗ				Лист
Взамен. инв. №								17
Изм	Лист №	документа	Подпись					

Таблица 6 – Свойства углекислого газа

Наименование показателя	Величина показателя
Содержание минеральных масел, мг/кг, не более	0,1
Содержание двуокиси углерода(CO <sub>2</sub> ),об.%, не менее	99,5
Содержание водяных паров при 20°С и 101,3 кПа ,г/м <sup>3</sup> , не более,что соответствует температуре насы-щения двуокиси углерода водяными парами при дав-лении 101,3 кПа,°С, не выше	0,184 минус 34

В углекислом газе не должны содержаться минеральные масла, глицерин, сероводород, соляная, серная и азотная кислоты, жиры, органические кислоты и аммиак.

Оксид углерода (II) нетоксичен, он в полтора раза тяжелее воздуха и может накапливаться в слабо проветриваемых помещениях у пола, снижает содержание кислорода в воздухе, что может вызвать явление кислородной недостаточности и удушье.

## 1.6 Расчет режимов сварки

Расчет параметров полуавтоматической ручной дуговой и автоматической сварки в среде защитных газов.

Исходные данные:

$$S_1 = 6 \text{ мм}; S_2 = 6 \text{ мм};$$

$$= 1$$

$$K = 6 \text{ мм}$$

Расчет параметров ручной дуговой сварки

Расчет  $d_{\Sigma}$  производим по формуле:

$$d_{\Sigma} = \sqrt{\overline{h}} \pm 0,05h \quad ,$$

Изн.	№ подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
					18

$$h = 0,7 \cdot k = 4,2 \text{ мм}$$

где: h – глубина проплавления;

k - катет

$$d_3 = 4,9 \cdot 0,05 \cdot 4,2 = 1,4 \cdot 0,21 = 1,2 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_3 = 1,2 \text{ мм}$

Сварочный ток  $I_C$  (род, полярность и значение) зависит от химического состава и диаметра стержня, типа и толщины покрытия, положения шва и других факторов.

Сварочный ток рассчитываем по формуле:

$$I_{cc} = d_{э.лн} (\sqrt{1450 \cdot d_{э.лн} \cdot V_{э.лн}^{(+)} + 145150} - 382), \quad (1.5)$$

$$I_{cc} = 1,6 (\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 33,2 + 145150} - 382) = 290 \text{ А}$$

Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{э.лн}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I}{d_{э.лн}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_C^2}{d_{э.лн}^3}, \quad (1.6)$$

$$v_{э.лн} = 0,53 \cdot \frac{300}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{300^2}{1,6^3} = 78 \text{ мм / с} = 280 \text{ м / ч},$$

Напряжение на сварочной дуге  $U$  зависит от многих факторов: типа и толщины покрытия, состава и диаметра стержня (электрода), положения шва и длины дуги.

$$U_{Ci} = 14 + 0,05 \cdot I_{Ci}, \quad (1.7)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Скорость подачи электродной проволоки:
					$V_{Э.П}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I}{d_{Э.П}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_C^2}{d_{Э.П}^3}, \quad (1.6)$
					$v_{Э.П} = 0,53 \cdot \frac{300}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{300^2}{1,6^3} = 78 \text{ мм / с} = 280 \text{ м / ч},$
					Напряжение на сварочной дуге $U$ зависит от многих факторов: типа и толщины покрытия, состава и диаметра стержня (электрода), положения шва и длины дуги.
					$U_{Ci} = 14 + 0,05 \cdot I_{Ci}, \quad (1.7)$
</					

$$U = 14 + 0,05 \cdot 250 = 26,5 \text{ В}$$

Определяем  $U = 26 \text{ В}$

Таблица 7 – Режимы полуавтоматической сварки (прихватки)

d, мм	I <sub>св</sub> , А	U, В
1,2	250	26

Расчет параметров автоматической сварки

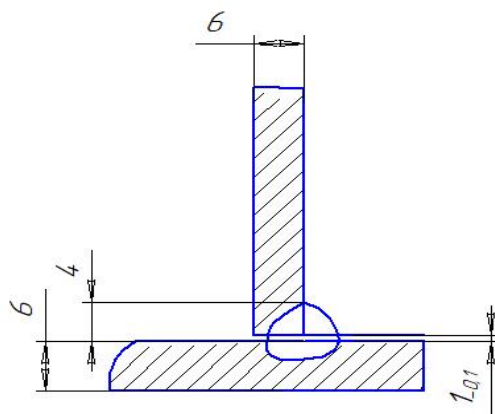


Рисунок 3 – Схема сварного соединения по ГОСТ T1 14771-79

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого, заполняющего, подварочного и т.п.). мм:

$$S_1 = S_2 = 6 \text{ мм}$$

$$= 1 \text{ мм}$$

$$k = 6 \text{ мм}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
						20
Изм	Лист №	документа	Подпись			

$$d_{\text{э.ни}} = K_d \cdot F_{\text{ни}}^{0.625}, \quad (1.8)$$

где  $K_d$  –коэффициент зависящий от глубины провара

$$d_{\text{э.ни}} = 0,160 \cdot 40_{\text{ни}}^{0.625} = 1,6 \text{ мм}$$

Коэффициент  $K_d$  выбираем в из таблицы 8.

Таблица 8 – Значение коэффициента К

Положение шва	сварка	
	автоматическая	механизированная
«Лодочка» нижнее	0,149...0,409	0,149...0,61

Сварочный ток определяют по формуле, полученной путем решения выражения для  $V_{\text{э.п}}^{(+)}$  относительно  $I_c^{(+)}$ , А:

$$I_{cc} = d_{\text{э.ли}} (\sqrt{1450 \cdot d_{\text{э.ли}} \cdot V_{\text{э.ли}}^{(+)} + 145150} - 382), \quad (1.9)$$

$$I_{cc} = 1,6(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 33,2 + 145150} - 382) = 290 \text{ А}$$

Сварочный ток принимаем  $250 \pm 5 \text{ А}$ .

Полученное по расчету значение сварочного тока не должно выходить за пределы ограничений, обусловленных положением шва и уровнем автоматизации процесса .

Скорость сварки определяем по площади наплавленного металла и рассчитанного ранее  $d$ . При сварке в «лодочку» и в нижнем положении, м/ч:

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div> <div>Лист 21</div>
Изм	Лист №	документа	Подпись		

$$V_{ci}^{B.G.П} \leq \frac{\alpha_n \cdot I_{cc}}{F_{ni} \cdot \gamma} = \frac{16.8 \cdot 300}{40 \cdot 7.8} = 21.6 \text{ м/ч},$$

Скорость сварки определяем 18 м/ч

Ограничения  $V_C$  в зависимости от уровня автоматизации процесса должны находиться в пределах 4...20 мм/с для автоматической сварки и 4...10 мм/с – для механизированной.

Напряжение на сварочной дуге В:

$$U_{Ci} = 14 + 0,05 \cdot I_{Ci}, \quad (1.10)$$

$$U = 14 + 0,05 \cdot 250 = 26,5 \text{ В}$$

Напряжение на дуге принимаем 26 В.

Расход защитного газа  $\text{Ar}+\text{CO}_2$ , л/с:

$$q_{3Gi} = 0,0033 \cdot I_{Ci}^{0,75}, \quad (1.11)$$

$$Q = 0,0033 \cdot 105,7 = 0,35 \text{ л/с} = 16 \text{ л/мин}$$

При сварке в защитных газах величина коэффициента наплавки может существенно отличаться от величины коэффициента расплавления в связи с потерями электродного металла.

Для сварки в среде углекислого газа коэффициенты расплавления  $\alpha_p$  и наплавки  $\alpha_n$  необходимо рассчитывать по следующим формулам:

$$\alpha = 1,21 \cdot 6,3 \cdot 2,86 \cdot 0,96 = 18,7 \text{ г/(Ахч)}$$

где  $L$  вылет электрода

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
					ДП 44.03.04.605. ПЗ				Лист
									22
Изм	Лист	№ документа	Подпись						

$$L_3 = 10 \cdot d = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ мм}$$

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot \varnothing}, \quad (1.12)$$

$$j = 4 \cdot 300 / 3,14 \cdot 2,56 = 149 \text{ (А/мм}^2\text{)}$$

Принимаем  $j = 150 \text{ (А/мм}^2\text{)}$

где  $F_{эл}$  – площадь поперечного сечения электрода

Коэффициент потерь

$$\Psi_n = 16 \cdot \exp \left[ -7.48 \cdot 10^{(-5)} \cdot (200 - j)^2 \right], \quad (1.13)$$

$$\psi = 0,06$$

Коэффициент наплавки

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot \frac{(100 - \Psi_n)}{100} \quad (1.14)$$

$$\alpha_n = 18,7 \cdot 0,9 = 16,8 \text{ г/(Ах ч)}$$

Известно, что потери  $\Psi_n = 6 - 10 \%$  при плотности тока  $j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2$ , также потери  $\Psi_n = 6 - 10 \%$  и в области  $j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2$ , но потери  $\Psi_n > 10$  при значениях плотностей тока  $j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2$ .

Рассчитаем глубину проплавления, Н факт:

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	$\psi = 0,06$
					Коэффициент наплавки
					$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} \cdot \frac{(100 - \Psi_{\text{п}})}{100}$
					$\alpha_{\text{н}} = 18,7 \cdot 0,9 = 16,8 \text{ г/(Ах ч)}$
<p>Известно, что потери <math>\Psi_{\text{п}} = 6 - 10 \%</math> при плотности тока <math>j = 85 - 120 \text{ А/мм}^2</math>, также потери <math>\Psi_{\text{п}} = 6 - 10 \%</math> и в области <math>j = 280 - 350 \text{ А/мм}^2</math>, но потери <math>\Psi_{\text{п}} &gt; 10</math> при значениях плотностей тока <math>j = 120 - 280 \text{ А/мм}^2</math>.</p> <p>Рассчитаем глубину проплавления, Н факт:</p>					
					</

$$H_{\text{факт}} = 2 \sqrt{\frac{g_{\text{п}}}{\pi \cdot e \cdot \gamma \cdot T_{\text{пл}} \cdot \psi_{\text{кр}}}}, \quad (1.15)$$

где  $\psi_{\text{кр}}$  – коэффициент формы провара

$$\psi_{\text{кр}} = K' (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}, \quad (1.16)$$

где  $K'$  - коэффициент, зависящий от рода тока и полярности

$$\psi_{\text{кр}} = 1 \cdot (19 - 0,01 \cdot 300) \frac{1,6 \times 29}{300} = 2,8$$

погонная энергия,  $g_{\text{п}}$ :

$$g_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{у}}}{V_{\text{св}}} = \frac{300 \cdot 29 \cdot 0,6}{22} = 270 \text{ Дж/см}$$

$$\text{Отсюда: } H_{\text{факт}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{270}{3,14 \cdot 4 \cdot 1550 \cdot 1,82 \cdot 2,8}} = 5,2 \text{ мм}$$

Таблица 9 – Режимы автоматической сварки

d, мм	I <sub>св</sub> , А	U, В	V <sub>э.п</sub> , м/ч	V <sub>см</sub> /ч	Q газа л/мин
1,2	250	26	280	18	16

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> <p>Изм</p> <p>Лист № документа</p> <p>Подпись</p> </div> <div style="text-align: center; flex-grow: 1;"> <p>ДП 44.03.04.605. ПЗ</p> </div> <div> <p>Лист</p> <p>24</p> </div> </div>									



## 1.7 Выбор оборудования для сварки

Источником питания для ручной сварки служит выпрямитель ВДУ-506.



Рисунок 5 - Выпрямитель ВДУ-506

Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-506 предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами на постоянном токе, комплектации полуавтоматов и автоматов для сварки изделий из стали в среде защитных газов на постоянном токе. Является регулируемым тиристорным выпрямителем с жесткой или падающей внешней характеристикой. Отличием от версии ВДУ-506С является классическое построение и отсутствие комбинированной вольтамперной характеристики в режиме полуавтоматической сварки.

Выпрямитель имеет следующие основные технические решения:

- Плавное регулирование сварочного тока в режиме ММА и сварочного напряжения в режиме MIG/MAG;
- Специальная комбинированная внешняя вольт-амперная характеристика
- Возможность предустановки напряжения на дуге при полуавтоматической сварке;
- Наличие розетки 36 В для питания подогревателя газа;
- Защита от тепловой перегрузки;
- Быстросъемные, безопасные токовые разъемы;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	автоматов и автоматов для сварки изделий из стали в среде защитных газов на постоянном токе. Является регулируемым тиристорным выпрямителем с жесткой или падающей внешней характеристикой. Отличием от версии ВДУ-506С является классическое построение и отсутствие комбинированной вольтамперной характеристики в режиме полуавтоматической сварки.
Выпрямитель имеет следующие основные технические решения:					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Плавное регулирование сварочного тока в режиме MMA и сварочного напряжения в режиме MIG/MAG;</li></ul>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Специальная комбинированная внешняя вольт-амперная характеристика</li><li>• Возможность предустановки напряжения на дуге при полуавтоматической сварке;</li></ul>					
<ul style="list-style-type: none"><li>• Наличие розетки 36 В для питания подогревателя газа;</li><li>• Защита от тепловой перегрузки;</li><li>• Быстросъемные, безопасные токовые разъемы;</li></ul>					
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.605. ПЗ
Изм	Лист № документа	Подпись	Лист 25		

- Класс изоляции Н;
- Принудительное охлаждение.

Таблица 10 - Характеристики ВДУ-506

Наименование параметра	Величина
Номинальное напряжение питающей сети, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А,	500
ПН или ПВ, %: при 500А	60
при 300А	100
Номинальное рабочее напряжение, В,	50
Пределы регулирования сварочного тока, А	80-630
Напряжение холостого хода, В	24-70
Первичная мощность кВт, не более	37

# ВЫПРЯМИТЕЛЬ БИМАРК-400 PRO LINE

Предназначен для комплектации сварочных автоматов и полуавтоматов при сварке в среде углекислого газа, под флюсом, а также сварке порошковой проволокой.

Может использоваться как источник тока для ручной дуговой сварки штучными электродами.

Оптимален для цеховых условий при сварке на токах дуги до 450А (ПВ=100%).

Плавное регулирование тока в режиме ММА и напряжения в режиме MIG/MAG, розетка 36 В для питания подогревателя газа, защита от тепловой перегрузки, быстросъемные токовые разъемы, класс изоляции Н, принудительное охлаждение, свидетельство НАКС. Технические характеристики приведены в таблице 11.



Рисунок 6 - Выпрямитель БИМАрк-400 PRO Line

Таблица 11 - Характеристики выпрямителя БИМАрк

Показатель	ВЫПРЯМИТЕЛЬ БИМАРК-400 PRO LINE
Напряжение питающей сети, В	3x380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, ПН, %)	400(60)
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-500
Напряжение холостого хода, В, не более	85
Рабочее напряжение на дуге, В	18-50
Класс изоляции	Н
Потребляемая мощность, кВА, не более	40
Масса, кг, не более	290
Габаритные размеры, мм	830x420x1080

Выпрямитель имеет две жестких внешних характеристики и предназначен для питания сварочных полуавтоматов и автоматов при сварке голой проволокой в среде защитных газов. Предназначен для работы в закрытых помещениях при температуре окружающего воздуха от -10°C до +40°C, относительной влажности

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм	Лист № документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
				27



Таблица 12 – Технические характеристики автомата сварочного АДГ-630

Характеризуемые величины	Значения
Напряжение питающей сети, при частоте 50 Гц, В	3х380
Номинальный сварочный ток, при ПВ=60%, А	630
Диаметр электродной проволоки, мм	Стальная 1,6-2,4 Порошковая 1,6-3,2
Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	120 – 720
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	12-120
Пределы регулирования времени растяжки дуги, с	0,5-1,2
Угол поворота сварочной головки относительно вертикальной оси, град.	±90°
Угол поворота сварочной головки вокруг горизонтальной оси, град.	±45
Угол наклона токоподвода относительно вертикальной оси, град.	+45° (углом вперед) -30° (углом назад)
Ход вертикального суппорта, мм	100
Ход горизонтального суппорта, мм	100
Межосевое расстояние колес, мм	240
Колесная колея, мм	185
Вместимость кассеты для сварочной проволоки, кг	15

## 1.8 Контроль качества сварных швов

Окончательный производим сначала визуальным осмотром, далее контроль будем осуществлять ультразвуковым дефектоскопом.

Помимо контроля внутренних дефектов, прибор позволяет измерять с большой точностью толщину изделий, показать сигнал в виде В-сканов и проводить полный документальный контроль сохраняя результаты измерений в собственную память до 32 Гб. Корпус прибора небольшого размера позволяет проводить измерения в ограниченном пространстве либо в труднодоступных участках. Заметно расширяет удобство работы с дефектоскопом четкий цветной дисплей, обладающий высоким разрешением 320\*480 точек. Причем, нажатием одной кнопки можно изменить ориентацию дисплея на 90 градусов, получив 4 варианта ориентации на выбор для удобства настройки под себя и левше и правше.

Прибор производится в легком, прочном и эргономичном корпусе из ударопрочного пластика. Наружная поверхность корпуса защищена специальными ре-

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div>	Лист
Изм	Лист №	документа	Подпись			29

зиновыми бамперами - бросить прибором об стену мы, конечно, не советуем, но в повседневном использовании это сильно увеличивает ударостойкость и надежность дефектоскопа.

Дефектоскоп УД2301 работает от аккумуляторов или батареек стандартного размера АА, что позволяет пользоваться прибором без риска остаться с разряженными батарейками в самый ответственный момент - в крайнем случае их можно купить в любом магазине, либо заблаговременно запастись нужным количеством аккумуляторов.

Дефектоскоп оснащен всеми функциями, которые должны быть в современном цифровом ультразвуковом дефектоскопе общего назначения: от дефектоскопии крупногабаритного литья до толщинометрии тонких изделий. Представители нашей компании с удовольствием помогут Вам выбрать вариант комплектации и проконсультируют по любым иным вопросам связанным с прибором. Мы готовы обучить Вас работе с дефектоскопом. Изготовитель готов разработать методики контроля изделий Вашей компании с использованием дефектоскопа, изготовить специализированные образцы и преобразователи.

Отличительными особенностями данного прибора среди других дефектоскопов являются:

- миниатюрные размеры;
- небольшой вес;
- цветной большой дисплей с высоким разрешением;
- наличие встроенной памяти большого объема, позволяющей сохранять практически неограниченно количество настроек и результатов;
- возможность работы с любыми пьезопреобразователями;
- частотный диапазон с плавной регулировкой от 1 до 10МГц;
- отображение шкалы развертки как в микросекундах, так и в миллиметрах;
- наличие всех необходимых режимов работы - АСД, ВРЧ, АРД;

Инв. № подл.	Подпись и дата		Инв. № дубл.	Взамен. инв. №	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div> <div>Лист 30</div>
Изм	Лист №	документа	Подпись			

- два независимых строга с индивидуально настраиваемой логикой срабатывания;
- автоматическое или ручное построение кривой ВРЧ (до 32 точек);
- наличие в приборе режима работы по ДАС кривым (построение по 32 точкам);
- наличие в дефектоскопе режима контроля с использованием АРД-диаграмм;
- два вида представления сигналов: детектированный и радио для повышения надежности выявления различных дефектов и повышения точности при работе в режиме толщинометрии;
- построение и обработка в дефектоскопе А, В разверток (А-скан, Б-Скан)
- режимы: огибающей, заморозки и отображения хода луча для удобства проведения дефектоскопии;
- возможность гибкой настройки интерфейса прибора;
- в дефектоскопе реализована уникальная система вывода информации, повышающая удобство работы с дефектоскопом и производительность контроля – можно настроить отображение необходимого количества параметров и их размер;
- архив измерений, архив настроек, архив преобразователей – в приборе реализована возможность сохранения любых параметров на встроенную память с последующей передачей на ПК для формирования и печати протоколов контроля;
- 4-ре варианта ориентации дисплея с возможностью поворота в любой момент;
- мультязычность (выбор языка интерфейса в меню прибора) и конечно же, немаловажным достоинством прибора является его цена.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div>	Лист
						31
						Изм

## 1.9 Описание технологии сварки

Сборка и сварка

Зачистка и обезжиривание свариваемых поверхностей пояса;

Инструмент: металлическая щетка, ветошь, уайт-спирит;

Провести визуальный контроль;

Сборка в сборочном приспособлении;

Прихватку выполнить на режимах: прихватку выполняем полуавтоматической сваркой,  $I_{св} = 180 \text{ А}$ ,  $d_3 = 1,2 \text{ мм}$ ,  $U = 24$

Сборочная плита

Сборочная плита предназначена для сборки данной металлоконструкции (лонжерон). Эскиз сборочной плиты представлен на рисунке 8.

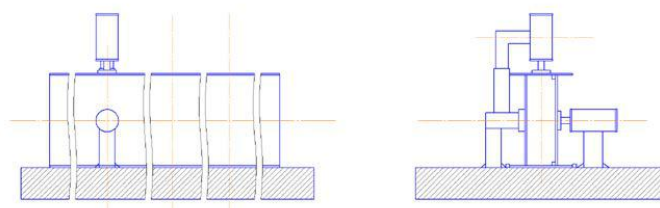


Рисунок 8 – Сборочная плита

Так же используется лонжерон с прижимными приспособлениями,

Зачистить сварные швы от брызг, окалины с помощью металлической щетки;

Визуально-измерительный контроль.

Проконтролировать точность сборки элементов: зазор между не более 3 мм

*Сварка – 1 шов*

Установить изделие в захваты кантователя, закрепить его винтовыми прижимами;

Установить сварочную головку в свариваемый стык под углом  $40^\circ$  к вертикальной стенке;

Произвести пробное перемещение сварочной головки и проконтролировать отсутствие смещения положения сварочной проволоки относительно центра

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.605. ПЗ				Лист
Изм	Лист №	документа	Подпись						32



разделки стыка свариваемых кромок, используя маршевую скорость аппарата. Настроить сварочный аппарат на режим сварки с выводных пластин, завершить сварку на выводных пластинах.

Сварка осуществляется установкой для сварки, сварочным автоматом АДГ-630.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом:  
диаметр электродной проволоки Св-10ХГ2СМА.

$d_{\text{э}} = 1,2 \text{ мм};$

сварочный ток  $I_{\text{св}} = 250 \text{ А};$

напряжение на сварочной дуге  $U = 24\text{В};$

скорость сварки  $V_{\text{с}} = 18 \text{ м/ч};$

вылет электродной проволоки  $l_{\text{в}} = 12 \text{ мм};$

скорость подачи электродной проволоки  $V_{\text{э.п}} = 280 \text{ м/ч}$

расход защитного газа  $q_{\text{з.г}} = 16\text{л/мин.}$

Кантовать изделие на  $180^\circ$  и аналогично провести сварку остальных 3 швов.

Проконтролировать геометрические размеры шва, , подрезов недопустимо.

Удалить остаточные загрязнения и окалину.

С помощью полуавтоматической сварки, произвести сварку ребер с каждой стороны по 2 ребра.

Произвести контроль внутренних дефектов с помощью ультразвукового дефектоскопа УД2301.

Готовый лонжерон отправляется на склад готовой продукции.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div>	Лист			
						33			
						Изм	Лист №	документа	Подпись

## 2 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

В данном разделе рассчитывается экономический эффект от замены ручной дуговой сварки на автоматическую сварку в защитном газе, при изготовлении изделия Лонжерон, исходные данные приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Исходные данные

Наименование показателя	Обозначение	Числовое значение
программа выпуска изделия, шт/год	N,	1000
действительный фонд времени работы оборудования, час	$\Phi_d$	2007
действительный фонд времени одного рабочего, час	$\Phi_{д.р}$	1850
время на изготовление по базовому варианту, час	$T_{шт.к.баз}$	4
коэффициент планового перевыполнения нормы	$K_{вн}$	1.1
коэффициент, учитывающий премирование	$K_{пр}$	1.4
коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места и отдых рабочего	$K_{обсл.}$	1,2
часовая тарифная ставка, руб/час	$C_{ск}$	160
цена стали 14ХГС, руб.	$C_m$	110
цена сварочной проволоки Св-10ХГ2СА, руб.	$C_{пр}$	150
цена электроэнергии за 1 кВт/час	$C_{э}$	1.47
цена сварочной головки для сварки	$C_{св.г}$	180000
цена установки для сварки	$C_y$	700000

Расчет оборудования и численности рабочих

Необходимое количество оборудования N, шт, определяют по формуле

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
					34

$$N = T_{\text{шт.к}} \cdot N / F_{\text{д.о}} \cdot K_{\text{вн}}, \quad (2.1)$$

где  $T_{\text{шт.к}}$  – трудоемкость данной операции технологического процесса, час;

$N$  – годовая программа выпуска,  $N=1000$  шт;

$F_{\text{д.о}}$  – действительный фонд времени работы оборудования при односменной работе,  $F_{\text{до}}=2007$  час;

$K_{\text{вн}}$  – коэффициент планового перевыполнения нормы.

а) Базовый вариант (Ручная сварка)

$$n_6 = 4 \cdot 1000 / 2007 \cdot 1,1 = 1.2 \text{ шт.}$$

Принимают одну единицу оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования  $K_3$ , определяют по формуле

$$K_3 = n_p / n_{\text{пр}}, \quad (2.2)$$

где  $n_p$  – расчетное количество оборудования, ед;

$n_{\text{пр}}$  – принятое количество оборудования, ед.

$$K_3 = 0,91 / 1 = 0,91.$$

б) Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$n_{\text{пр}} = 2 \cdot 1000 / 2007 \cdot 1,1 = 0,9 \text{ шт.}$$

Принимают одну единицу оборудования.

$$K_3 = 0,9 / 1 = 0,9$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
													35

Численность основных рабочих  $\mathcal{C}_{p.o.}$ , шт, определяют по формуле

$$\mathcal{C}_{p.o.} = T_{\text{пр}} / \Phi_{\text{др}} \cdot K_{\text{вн}}, \quad (2.3)$$

где  $T_{\text{пр}}$  – годовая трудоемкость производственной программы, ч;  
 $\Phi_{\text{др}}$  – действительный фонд времени работы одного рабочего,  $\Phi_{\text{др}} = 1850 \text{ ч}$ .

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{шт.к}} \cdot N, \text{ час.}$$

Базовый вариант (Ручная сварка)

$$\mathcal{C}_{p.o.} = 4 \cdot 1000 / 1850 \cdot 1,1 = 1,7 \text{ чел, принимаем 2 чел.}$$

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$\mathcal{C}_{p.o.} = 2 \cdot 1000 / 1850 \cdot 1,1 = 0,98 \text{ чел, принимаем 1 чел.}$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 25% от количества основных рабочих.

$$\text{Базовый вариант } \mathcal{C}_{p.v.} = 2 \cdot 0,25 = 0,5, \text{ принимаем 1 чел.}$$

$$\text{Проектируемый вариант } \mathcal{C}_{p.v.} = 1 \cdot 0,25 = 0,25, \text{ принимаем 1 чел.}$$

Расчет заработной платы

$$C_{z/\text{п}} = K_{\text{по}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{сс}} \cdot \mathcal{C}_{\text{р}} \cdot C_{zi} \cdot T_{\text{шт.к}}, \text{ руб}, \quad (2.4)$$

где  $C_{zi}$  – часовая тарифная ставка рабочих

Базовый вариант (Ручная сварка)

$$C_{z/\text{п осн.}} = 1,15 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,28 \cdot 2 \cdot 160 \cdot 2,0 = 1384 \text{ руб.}$$

$$C_{z/\text{п всп.}} = 1,15 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,28 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 2,0 = 495 \text{ руб.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
										36

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$C_{з/п\text{ осн.}}=1,15\cdot1,4\cdot1,2\cdot1,28\cdot1\cdot140\cdot1,5=594\text{ руб.}$$

Всего на заработную плату в проектируемом варианте:

$$C_{з/п}^{\text{пр}}=594\text{ руб}$$

Расчет затрат на материалы

Стоимость основного металла:

$$C_{\text{осн.ме}}=m_{\text{ме}}\cdot C_{\text{ме}}\cdot(1+ C_{\text{ме}}\cdot P_{\text{тз}}/100),\text{ руб,} \tag{2.5}$$

- где  $m_{\text{ме}}$  – масса изделия, кг;  
 $C_{\text{ме}}$  – цена материала изделия, руб. за кг;  
 $P_{\text{тз}}$  – транспортные расходы.

$$C_{\text{осн.ме}}=21\cdot110\cdot(1+110\cdot0,07/100)=2488\text{ руб.}$$

Стоимость электродной проволоки:

$$C_{\text{эл}}=C_{\text{пр}}\cdot N_{\text{эл.изд}}/ K_{\text{пер}}(1+ N_{\text{эл.изд}}\cdot P_{\text{тз}}/100),\text{ руб,} \tag{2.6}$$

- где  $C_{\text{пр}}$  – цена проволоки, руб;  
 $N_{\text{эл.изд}}$  – норма расхода проволоки на изделие, кг;  
 $K_{\text{пер}}$  – коэффициент перехода.

Базовый вариант (Ручная сварка)

$$C_{\text{эл}}=150\cdot2/0,75\cdot(1+2\cdot0,07/100)=296\text{ руб.}$$

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
					37

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$C_{эл} = 150 \cdot 1,5 / 0,97 \cdot (1 + 1,5 \cdot 0,07 / 100) = 222 \text{ руб.}$$

Стоимость газа  $CO_2 + Ar$

$$C_{г} = N_{э.изд} \cdot K_{рг} \cdot C_{г} / K_{пер} \cdot (1 + C_{г} \cdot P_{тз} / 100), \text{ руб.} \quad (2.7)$$

где  $K_{рг}$  – коэффициент, учитывающий расход газа на изделие;

$N_{э.изд}$  – норма расхода газа на изделие, л;

$C_{г}$  – цена газа, руб.

$$C_{г} = 6,9 \cdot 1,2 \cdot 5 / 0,97 (1 + 5 \cdot 0,07 / 100) = 42.68 \text{ руб}$$

Общепроизводственные расходы

Амортизационные отчисления:

$$A = C \cdot t_{шт.к} \cdot N_a / F_{до} \cdot K_3 \cdot K_{вн}, \text{ руб.} \quad (2.8)$$

где  $C$  – стоимость оборудования, руб;

$t_{шт.к}$  – штучно-калькуляционное время, час;

$N_a$  – норма амортизационных отчислений.

Базовый вариант (Ручная сварка)

$$C_б = 50000 \text{ руб.} \quad A = 50000 \cdot 2 \cdot 0,05 / 2007 \cdot 0,91 \cdot 1,1 = 2.5 \text{ руб}$$

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$C_{пр} = 700000 \text{ руб.} \quad A = 700000 \cdot 1,5 \cdot 0,05 / 2007 \cdot 0,57 \cdot 1,1 = 42 \text{ руб}$$

Расчет затрат на технологическую энергию.

$$C_{т.эн} = C_э \cdot K_{п} [(I_{св} \cdot U_{д} \cdot T_o / \eta_{дв} \cdot 1000 + W_{х.х} (T_{шт.к} - T_o)], \text{ руб.} \quad (2.9)$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div><math display="block">A = \text{Ц} \cdot t_{\text{шт.к}} \cdot N_{\text{а}} / F_{\text{до}} \cdot K_{\text{з}} \cdot K_{\text{вн}}, \text{ руб}, \tag{2.8}</math><p>где Ц – стоимость оборудования, руб; <math>t_{\text{шт.к}}</math> – штучно-калькуляционное время, час; <math>N_{\text{а}}</math> – норма амортизационных отчислений. Базовый вариант (Ручная сварка) <math>\text{Ц}_6 = 50000 \text{ руб.} \qquad A = 50000 \cdot 2 \cdot 0,05 / 2007 \cdot 0,91 \cdot 1,1 = 2.5 \text{ руб}</math> Проектируемый вариант (Автоматическая сварка) <math>\text{Ц}_{\text{пр}} = 700000 \text{ руб.} \qquad A = 700000 \cdot 1,5 \cdot 0,05 / 2007 \cdot 0,57 \cdot 1,1 = 42 \text{ руб}</math>  Расчет затрат на технологическую энергию.</p><math display="block">C_{\text{т.эн}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} [(I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot T_{\text{о}} / \eta_{\text{дв}} \cdot 1000 + W_{\text{х.х}} (T_{\text{шт.к}} - T_{\text{о}})], \text{ руб}, \tag{2.9}</math></div>
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.605. ПЗ
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	
Изм	Лист №	документа	Подпись		Лист 38

где  $C_э$  – цена на электрическую энергию, руб;  
 $K_п$  – коэффициент потерь электроэнергии в сети завода;  
 $I_{св}$  – сварочный ток, А;  
 $U_д$  – напряжение дуги, В;  
 $T_о$  – основное время сварки, час;  
 $\eta_{дв}$  – КПД двигателя, кВт;  
 $W_{х.х}$  – мощность холостого хода источника питания, кВт.  
 $W_{х.х}=0,1 W_{ном}$ , кВт,  
где  $W_{ном}$  – номинальная мощность источника питания, кВт.

Базовый вариант(Ручная сварка)

$$C_{т.эН}=1,47 \cdot 1,06 [230 \cdot 27 \cdot 1,5 / 0,8 \cdot 1000 + 4(2-1,5)] = 21 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$C_{т.эН}=1,47 \cdot 1,06 [720 \cdot 32 \cdot 1,0 / 0,8 \cdot 1000 + 12(1,5-1,0)] = 52 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на силовую энергию.

$$C_{с.эН} = C_э (N_с \cdot K_о \cdot K_п \cdot K_п \cdot T_{шт} / K_{вн} \cdot \eta), \text{ руб,} \quad (2.10)$$

где  $N_с$  – суммарная мощность электродвигателей, кВт;  
 $K_о$  – коэффициент, учитывающий одновременную работу оборудования;  
 $K_п$  – средний коэффициент загрузки электродвигателей по мощности;  
 $\eta$  – коэффициент полезного действия электродвигателей.  
 $K_п=0,6$  – для подъемно-транспортного оборудования;  
 $K_п=0,45$  – для сварочного оборудования;

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №			
Подпись и дата			
Инов. № подл.			
ДП 44.03.04.605. ПЗ			
Изм	Лист №	документа	Подпись
			Лист
			39

$\eta=0,45$  – для подъемно-транспортного оборудования;

$\eta=0,7$  – для сварочного оборудования.

Базовый вариант ( Ручная варка)

$$C_{с.эн}=(1,47 \cdot 3 \cdot 0,8 \cdot 0,45 \cdot 1,06 \cdot 2 / 1,1 \cdot 0,7)+1,47 \cdot 25 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1,06 \cdot 2 / 1,1 \cdot 0,45=80 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$C_{с.эн}=(1,47(4 \cdot 0,18+6 \cdot 2,1) 0,8 \cdot 0,45 \cdot 1,06 \cdot 1,5 / 1,1 \cdot 0,7)+(1,47(23+1,2) 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1,06 \cdot 1,5 / 1,1 \cdot 0,45)=69 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт оборудования.

$$C_p=0,8A, \text{ руб,}$$

где  $A$  – амортизационные отчисления, руб.

Базовый вариант(Ручная сварка)

$$C_p=0,8 \cdot 2,5=2 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$C_p=0,8 \cdot 42=33,6 \text{ руб.}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	Подпись и дата	Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
													40



Таблица 15 - Технологическая себестоимость

Показатели	Базовый вариант, руб	Проектируемый вариант, руб	Сравнение «-» уменьшение «+» увеличение
1. Основной металл	2488	2488	-
2. Вспомогательный материал: - проволока св- Св-10ХГ2СА	296	222	-74
3. Заработная плата: основных рабочих вспомогательных рабочих Итого ПЗ:	1384 495 1879	594  594	  -1285
4. Амортизационные отчисления от стоимости оборудования	2.5	42	+39.5
5. Затраты на ремонт	2,4	6,4	+4
6. Затраты на технологическую энергию	21	52	+31
7. Затраты на силовую электроэнергию	80	69	-11
Итого:	4768.9	3473.4	-1295.5

### Определение величины капитальных вложений

$$И = \sum \Pi_i \cdot K_{об}, \text{ руб.} \quad (2.11)$$

где  $\sum \Pi_i$  – суммарная стоимость оборудования, руб.

Проектируемый вариант (Автоматическая сварка)

$$И^{пр} = 700000 \cdot 1,2 = 840000 \text{ руб.}$$

Экономия на себестоимости:

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
					41

$$S_3 = (C_6 - C_{\text{пр}})N, \text{ руб.} \quad (2.12)$$

где  $C_6$  – себестоимость изделия по базовому варианту, руб;

$C_{\text{пр}}$  – себестоимость изделия по проектируемому варианту, руб.

$$S_3 = 1295.5 \cdot 1000 = 1295500 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости проектируемого варианта:

$$T = I/S_3, \text{ год,}$$

$$T = 840000/1295500 = 0.7 \text{ года}$$

Показатели экономической эффективности сведены в таблицу 16.

Таблица 16 - Показатели экономической эффективности

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Изменения
Годовая программа выпуска	шт	10000	10000	-
Трудоемкость годового объема выпуска	н/час	2000	1500	-500
Себестоимость	руб	4768900	3473400	-1295500
Срок окупаемости	год	-	1,7	-

Вывод: При модернизации технологического процесса сварки детали себестоимость продукции снизилась на 1295500 руб, срок окупаемости внедрения нового технологического процесса составляет 1.7 года.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
					ДП 44.03.04.605. ПЗ					Лист
										42
Изм	Лист	№ документа	Подпись							

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки Лонжерона . В процессе разработки предложено заменить полуавтоматическую сварку на механизированную в среде защитных газов. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по специальности Оператор автоматической сварки плавлением не ниже 5-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности Сварщик частично механизированной сварки плавлением. В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих сварочной специальности и провести повышение квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для подготовки рабочих сварочного производства, с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия

#### 3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

Профессиональный стандарт «Сварщик» (40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, При-

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ				43	

каз Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту (таблица 17) видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

Таблица 17 - функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки и «Оператор автоматической сварки»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая деятельность	Проверка работоспособности. Исправности и настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций. Контроль с применением измерительного и инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию. Готовит рабочее место и средств индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования. Собирает конструкцию под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.
Трудовые действия	Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей). Выполнение частично механизированной сварки.	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документацию. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Инв. № подл.

Продолжение таблицы 17

1	2	3
Необходимые умения	<p>Проверять работоспособность, исправность и настраивать сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций возможностей). Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой).</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением конструкций любой сложности. Участвовать (на основе знаний и практического опыта) в выполнении уникальных и в исследовательских работах по частично механизированной сварке (наплавки) плавлением.</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.</p> <p>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительно качества сварного соединения.</p> <p>Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p>
Необходимые знания	<p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p>

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
					45

Продолжение таблицы 17

1	2	3
	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций. Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p> <p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений.</p> <p>Виды и методы контроля.</p> <p>Виды дефектов, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ.</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов</p>

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись

ДП 44.03.04.605. ПЗ

## Окончание таблицы 17

1	2	3
Другие ха- рактеристи- ки	Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией; сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой само защитной проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; дуговая сварка сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом ленточным электродом; сварка дуговая под флюсом с добавлением металлического порошка; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковым ленточным электродом; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе (MIG-сварка); сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе (MAG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) (TIG-сварка); сварка дуговая вольфрамовым электродом инертном газе без присадочного материала (TIG-сварка); сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе (TAG-сварка); сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе (PlasmaMIG сварка); сварка дуговая плазменная с присадочным порошковым материалом; сварка плазменная дугой прямого действия; сварка плазменная дугой косвенного действия; сварка плазменная с переключаемой дугой.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
					47

Вывод: в результате сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением» должен знать:

- оборудование автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;
- устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;
- основы электротехники в пределах выполняемых работ;
- марки и типы сварочных материалов;
- способы испытания сварных швов;
- виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;
- влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,
- механические свойства свариваемых металлов.

уметь выполнять следующие виды работ:

- автоматическую и полуавтоматическую сварку сложных строительных конструкций;
- производить автоматическую и механизированную сварку во всех пространственных положениях сварного шва узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;
- автоматическую и механизированную наплавку сложных деталей, механизмов, конструкций.

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» не ниже 4-го разряда.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div>	Лист
Изм	Лист №	документа	Подпись			48



### 3.2 Разработка учебного плана переподготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 18.

Таблица 18 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
<b>1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>		
1.1	Основы экономики отрасли	2
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	3
1.4	Чтение чертежей	3
1.5	Спецтехнология	33
<b>2. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>		
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	34
2.2	Работа на предприятии	62
	Консультации	4
	Квалификационный экзамен	8
	<b>ИТОГО</b>	<b>152</b>

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					Лист 49
					ДП 44.03.04.605. ПЗ				
Изм	Лист №	документа	Подпись						

### 3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спец-технология» разрабатывается на основе квалификационной характеристики, учебного план переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 18 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания для автоматической сварки	2
2	Стандартное механическое оборудование	2
3	Оборудование для автоматической сварки	6
3.1	Устройство и основные узлы сварочного автомата	3
3.2	Типовые конструкции сварочной головки	3
4	Технология автоматической сварки	18
4.1	Сварочные материалы, используемые при автоматической сварке	4
4.2	Особенности автоматической сварки	4
4.3	Режимы автоматической сварки	4
4.4	Механическое оборудование, используемое для автоматической сварки	6
5	Контроль качества сварных швов	3
6	Техника безопасности при работе на автоматических сварочных установках	2
	Итого:	33

### 3.3 Разработка плана - конспекта занятия

Тема урока: Оборудование для автоматической сварки

Цели урока:

Образовательная

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взамен. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
					50

- сформировать знания о типах оборудования, применяемых для автоматической сварки и наплавки;

- сформировать знания конструкции и принципе действия оборудования для автоматической и источников питания к ним;

- сформировать знания конструкции и принципе действия оборудования для автоматической и механизированной сварки и наплавки и источников питания к ним.

#### Воспитательная

- формировать уважение к профессии Оператор автоматической сварки плавлением

- воспитывать аккуратность, трудолюбие, дисциплинированность.

#### Развивающая

- развивать техническое мышление и активность.

Тип урока: новых знаний урок.

Методы проведения урока: рассказ, беседа.

Учебно-материальное оснащение: мультимедийный проектор, компьютер, экран, учебная презентация, таблицы, учебник Чернышов Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов, тесты программированного контроля.

Ход урока приведен в виде таблицы

Таблица 19 - Ход Урока

Этапы урока	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
Организационный этап 5 мин.	Здравствуйте, рассаживайтесь по своим местам и прекращайте разговоры. Проведем переключку, Проводится проверка по журналу присутствующих на уроке обучаемых рабочих. Озвучивание темы занятия, проговаривание целей и задач урока.	Приветствует учащихся, учащиеся вставанием стараются почтить преподавателя. Проверяет присутствующих по журналу, устанавливает тишину в аудитории. Сообщает тему. Сообщает цели урока и как он соответствует профессии, которую получают обучаемые рабочие.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					Лист 51
					ДП 44.03.04.605. ПЗ				
Изм	Лист	№ документа	Подпись						

Продолжение таблицы 19

1	2	3
		Обучаемые слушают преподавателя, воспринимают тему и записывают ее воспринимают цели. Готовят необходимые материалы, конспекты, тетради. Готовятся к изучению учебного материала
Мотивация учащихся 2 мин.	Напоминает, что у нас действует система, когда каждый учащийся может набирать баллы в течение урока и получить итоговую оценку.	Вещает о том, что изучаемая тема одна из базовых тем модуля. Поэтому, дорогие мои обучаемые, старайтесь использовать все возможности чтобы получить хорошие баллы на этом уроке».
Актуализация опорных знаний 10 минут	<p>В ходе актуализации опорных знаний проводит фронтальный опрос обучаемых.</p> <p>Сегодня мы займемся изучением типов и конструкций автоматов и для автоматической и механизированной наплавки источников питания к ним. Но, прежде всего, чтобы четко себе представлять устройство и работу этих автоматов и полуавтоматов мы вспомним физически основы дугового разряда в ионизированных газах.</p> <p>Проверка домашнего задания</p> <p>Вопрос 1. какие виды сварки металлов вообще вы уже знаете?</p> <p>Ответ: газовая, ручная дуговая, контактная.</p> <p>Вопрос 2.Какие способы восстановления деталей машин с увеличением поперечного размера можете предложить?</p> <p>Ответ: Наплавка</p> <p>Вопрос 3. Что такое сварочная дуга?</p> <p>Ответ: Направленный поток ионизированных частиц, разогревающих сварочную ванну.</p> <p>Вопрос 4. Для чего применяется автоматическая сварка.</p> <p>Ответ: для сварки металлов преимущественно ответственных конструкций.</p>	<p>Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах, вернуться к плакату.</p> <p>После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся.</p> <p>Обсуждать с учащимися варианты ответом, отметить правильные варианты и поддерживать правильные.</p> <p>Используя «метод пряника» хвалить наиболее ревностных учащихся и ставить их в пример другим.</p>
Сообщение нового материала 30 минут	<p>В настоящее время широко применяется механизированная сварка.</p> <p>Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах.</p> <p>Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях</p>	Повесить плакат перед обучаемыми. Основные пункты рассказа диктовать и давать под запись учащимся, чтобы что-то осталось у них в голове.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись

ДП 44.03.04.605. ПЗ

Лист

52

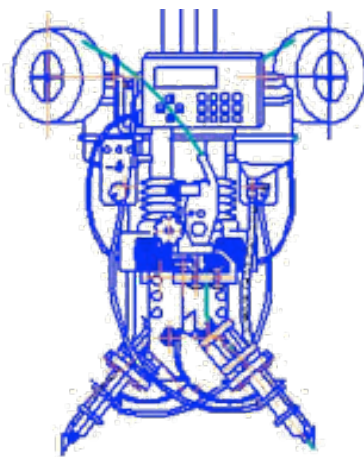
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке.

Автомат двухдуговой АДГ-630, предназначен для автоматической однослойной, многослойной сварки наплавки электродной проволокой в среде защитных газов изделий из малоуглеродистых и легированных сталей на постоянном токе.

Автомат двухдуговой АДГ-630, используется при сварке стыковых соединений (с разделкой и без разделки кромок), нахлесточных и угловых соединений, внутри и вне колеи автомата, а так же при сварке угловых соединений «в лодочку». Швы могут быть прямолинейными и кольцевыми. Автомат в процессе сварки может перемещаться

непосредственно по свариваемому изделию или рядом с изделием, а так же может передвигаться по уложенной направляющей профильной линейке.



**Рисунок АДГ - 630**

1 - головки подачи сварочной проволоки и защитного газа; 3 – катушки со сварочной проволокой; 4 – механизм регулировки подачи сварочной проволоки; 5 – блок регулировки «вверх/вниз».

Плакат 1 – технические характеристики сварочного автомата АДГ-630

Сочетать рассказ со слайдами презентации. Комментировать слайды но не зачитывать их напрямую.

В ходе рассказа и объяснения следует выдерживать темп речи в номинальном режиме, поскольку слишком быстрый темп затрудняет восприятие и понимание услышанного, при очень замедленном темпе теряется интерес и внимание учащихся; излишне громкое и слишком тихое, монотонное изложение также не дают хороших результатов.

В ходе рассказа нужно обязательно проверять, что записывают обучающиеся в своих толстых тетрадях, проходя между учебными столами, за которыми на деревянных стульях со спинкой сидят обучаемые.

При демонстрации плаката следует обращаться к производственному опыту и подбирать яркие, типичные факты, интересные и убедительные примеры, необходимые для обобщения, опираться на конкретные представления учащихся;

Излагать материал нужно доступно для учащихся, эмоционально, выразительно, в занимательной форме

Изм	Лист	№ документа	Подпись

	2	3
Закрепление нового материала – 5 Минут	Для закрепления первичного материала, задаю учащимся вопросы по пройденной теме: 1. Что означает «АДГ – 630» в обозначении сварочного автомата? 2. Какой диаметр проволоки применяется для сварки сварочном автомате АДГ – 630?	Ученики отвечают на заданные вопросы. Записывают основные моменты обсуждения темы.
Выдача домашнего задания. 3 мин	Выдает домашнее задание – повторить материал по учебнику Чернышов Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов. Глава 5 страница 186 – 188 и ответить на контрольные вопросы.	Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- составили учебный план для профессиональной переподготовки электро-сварщиков ручной дуговой сварки;
- разработали тематический план предмета «Спец-технология»;
- разработали план- конспект урока по предмету «Спец-технология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div>	Лист		
						54		
						Изм	Лист № документа	Подпись

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изделие, рассматриваемое в данном проекте, изготавливается из стали 14ХГС. Все приспособления и стенды для сборки и сварки должны обеспечивать низкую трудоемкость изготовления изделия, повысить качество сварных швов, улучшить условия труда. Целью проекта является разработка нового технологического процесса изготовления изделия. Для снижения трудоемкости изготовления нашего изделия необходимо механизировать, автоматизировать процесс сборки и сварки ёмкости. Новый технологический процесс предусматривает не только наличие механизмов, способных осуществить все сборочно-сварочные операции, но и их рациональное расположение и использование. Проект состоит из графической части и пояснительной записки. Графическая часть дает наглядное изображение изделия, последовательность его изготовления, общий вид установки. В пояснительной записке дана характеристика нового технологического процесса.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата
ДП 44.03.04.605. ПЗ								Лист
Изм	Лист №	документа	Подпись					55

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Акулов, АИ Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 342 с.

2 Красовский, А.И. Основы проектирования сварочных цехов / А.И. Красовский. - М.: Машиностроение 1980. - 230 с.

3 Нормативы времени и режимы сварки по флюсом и в защитных газах. - Екатеринбург: Уралмашзавод, 2004. - 50 с.

4 Куркин, С.А. Сварные конструкции / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М.: Высш. шк. 1991. - 345 с.

5 Четвертко, А.И. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И. Четвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко. - М.: Машиностроение, 1981 - 546 с.

6 Гуревич, С.М. Справочник по сварке металлов / СМ. Гуревич. - Наукова думка, 1981. - 608 с.

7 Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, В.А. Коротков. - Челябинск: Металлургия Урала, 1999. - 242 с.

8 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.3. / В.И. Анурьев. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 557 с., ил.

9 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб. для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. - СПб.: Питер, 2003. - 304 с.

10 Патон, Е.О. Инструкция по нормированию расхода материалов при сварке и наплавке (типовая) ТИ143-86, Киев: ИЭС им. Патона, 1986. - 44 с.

12 Оборудование для дуговой сварки / Н.И. Никифоров, Т.П. Козлов, В.В. Смирнов [и др.]. - Под ред. В.В. Смирнова. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1986. - 656 с.

13 Нормирование расхода материальных ресурсов в машиностроении: Справочник: В 2-х т. Т.2. / Г.М. Покарев, А.А. Зайцев, О.В. Карасев и др.; Под ред. Г.М. Покарева и др. - М.: Машиностроение, 1988. - 448 с.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	7 Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, В.А. Коротков. - Челябинск: Metallurgy of Ural, 1999. - 242 с.	
					8 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т3. / В.И. Анурьев. -5-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1980.-557с., ил.	
					9 Бордовская, Н.В. Педагогика: учеб. для вузов. / Н.В. Бордовская, А.А. Реан. – СПб.: Питер, 2003. -304с.	
					10 Патон, Е.О. Инструкция по нормированию расхода материалов при сварке и наплавке (типовая) ТИ143-86, Киев: ИЭС им. Патона, 1986.- 44с.	
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	12 Оборудование для дуговой сварки / Н.И. Никифоров, Т.П. Козлов, В.В. Смирнов [и др.]. - Под ред. В.В.Смирнова. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1986. – 656с.	
					13 Нормирование расхода материальных ресурсов в машиностроении: Справочник: В2-х т. Т.2. / Г.М.Покарев, А.А.Зайцев, О.В.Карасев и др.; Под ред. Г.М.Покарева и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 448с.	
Изм	Лист	№ документа	Подпись		ДП 44.03.04.605. ПЗ	Лист
						56



14 Джевага, И.И. Механизированная электродуговая сварка под флюсом / И.И. Джевага. - М.: Машиностроение, 1968. - 360 с.

15 Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технологические основы сварки плавлением и давлением» [Текст]/ сост. Л.Т. Плаксина, И.И. Панов. - Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. университет», 2012. - 38 с. .

15 Рыморов, Е.В. Новые сварочные приспособления/ Е.В. Рыморов. - Л.: Стройиздат, 1988.-125 с.

16 Гитлевич, А.Д. и Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингоф. - М.: Машиностроение, 1979 – 280с.

17 Севбо, П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. – Киев: Наук. думка, 1978. – 400с

18 Походня, И.К. Металлургия дуговой сварки. /И.К. Походня, И.Р. Явдошин, А.П. Пальцевич, А.С. Котелчук. Под редакцией Походни И.К. – Киев: Наукова думка 2004. – 442 с.

19 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С.Куркин. Э.Л. Макаров; под ред. В.М. Неровного. – 2-е издание., испр. И доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. – 752 с.

20 Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие: 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.]; под общ. ред. Н.Н. Потапова.- М.: Машиностроение, 1989. – 544с.

21 ГОСТ 19282-73 прокат тонколистовой из стали повышенной прочности. Изд-во стандартов с 01.01.1997

22 ГОСТ 14771-76 сварка в защитном газе. Соединения сварные. Изд-во стандартов с 30.06.1977

23 ГОСТ 14963-78 проволока стальная легированная. Изд-во стандартов с 01.01.1980

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	<div>ДП 44.03.04.605. ПЗ</div>	Лист
Изм	Лист №	документа	Подпись			57